



Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

# FYSIOLOGISKA STRESSVAR PÅ TRÄNING & ÖVERTRÄNING HOS HÄST

*Linnéa Viklund*



---

Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2012:40

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2012

---



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

## **Fysiologiska stressvar på träning & överträning hos häst**

Physiological stress answers to training and overtraining in horses

*Linnéa Viklund*

**Handledare:**

Mia Holmberg, SLU, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

**Examinator:**

Mona Fredriksson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

**Omfattning:** 15 hp

**Kurstitel:** Självständigt arbete i veterinärmedicin

**Kurskod:** EX0700

**Program:** Veterinärprogrammet

**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** SLU Uppsala

**Utgivningsår:** 2012

**Omslagsbild:** ClipArt

**Serienamn, del nr:** Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2012:40  
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

**On-line publicering:** <http://epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Fysiologisk stress, träning, överträning, kortisol, ACTH, katekolaminer

**Key words:** Physiological stress, training, overtraining, cortisol, ACTH, catecholamines

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	1
SUMMARY .....	2
INLEDNING .....	3
MATERIAL OCH METODER .....	3
LITTERATURÖVERSIKT .....	3
Fysiologisk stress - kroppens svar .....	3
Metoder att mäta stress hos hästar .....	4
<i>Kortisol</i> .....	4
<i>Adrencorticotropin - ACTH</i> .....	6
<i>Adrenalin och nordarenalin (katekolaminer)</i> .....	7
<i>B-endorfiner</i> .....	8
Vad sker vid träning? .....	8
Kronisk stress .....	9
Överträning .....	9
DISKUSSION .....	10
Kortisol .....	10
ACTH .....	11
Adrenalin och noradrenalin (katekolaminer) .....	12
Träning .....	12
Överträning .....	12
Vidare reflektioner .....	13
REFERENSLISTA .....	14

## **SAMMANFATTNING**

All träning innebär en fysisk påverkan på kroppen och kan anses vara en form av stress, vilket hästar som tränas utsätts dagligen för. Svaret som fås vid stress är till för att mobilisera resurser inför kommande situationer, det sker fysiologiskt bland annat genom det sympatiska nervsystemet som ökar sin aktivitet. Frisättningen av katekolaminer och kortisol ökar.

Träning påverkar fysiologiska stressparametrar hos hästar. Den här litteraturstudien tittar på hur kortisol, ACTH, katekolaminer (adrenalin och noradrenalin) och  $\beta$ -endorfiner har setts variera under träning. Under en tid av alltför intensiv träning och otillräcklig återhämtning (kronisk stress), finns risk för överträning, ett tillstånd där hästen reagerar genom tidig trötthet vid träning och nedstätt prestation.

Halten kortisol ökar med träningslängd och ibland med träningsintensitet, här varierar dock resultaten mellan olika studier. Då hästen drabbats av överträning har istället en sänkning av kortisolhalten i samband med träning setts. Halten ACTH ökar vid träning med ett maximum vid utmattning, men kortisol följer inte den ökningen och har inte heller kunnat kopplas till katekolaminer eller laktat. Däremot visar studierna att ACTH, katekolaminer, laktat, puls och syreupptagningsförmåga är sammankopplade på olika sätt och därför bra att titta på i samband med träning. Exakt hur överträning kan förutsägas och vad som händer då det inträder är inte klarlagt, men vissa mönster har setts.

## **SUMMARY**

All training affects the body physically and can be considered as a form of stress. Horses that are being trained are therefore daily affected by stress. The stress response in the body mobilizes resources for future situations that might come up. The sympathetic nervous system will increase its activity, an increased release of catecholamines and cortisol will occur.

Training affects physiological stress parameters in horses. This literature review focus on cortisol, ACTH, catecholamines (adrenalin and noradrenalin) and  $\beta$ -endorphins. During a time of too intensive training and insufficient recovery (chronical stress), there is a risk that the horse will be subject to overtraining. Overtraining is a state where the horse reacts by earlier fatigue and poor performance.

The cortisol level increases with increased training length and sometimes with increased intensity, though it varies between different studies. When the horse is affected by overtraining, a reduced cortisol level is seen during training. The ACTH level increases with training and a maximum is seen at exhaustion, this is not followed by an increase in cortisol. Cortisol levels are not correlated to catecholamines or lactate. However, ACTH, catecholamines, lactate, heart rate and oxygen uptake are connected in different ways and are all parameters of importance when evaluating training. Exactly how overtraining can be predicted and what happens when it occurs is not clearly stated, but some patterns have been shown.

## INLEDNING

Inom hästsporten finns många olika grenar och det ställs stora krav på hästar att utföra träning och tävlingsmoment. Travlopp, galopplopp, dressyr, banhoppning, fälttävlan och distansritt är bara några exempel på olika tränings och tävlingsgrenar som finns världen över. Optimal träning och maximala tävlingsresultat för varje enskild häst vill uppnås. All träning kan ses som en form av stress för hästen, men pressen kan bli för hög och träningen påverka hästen negativt, likväl som att inte träna alls kan vara en form av stress för hästen (Alexander & Irvine., 1998b).

En häst som drabbas av överträning underpresterar samt uppvisar tecken på trötthet och minskad träningslust (Alexander & Irvine., 1998b). Begreppet överträning används både för hästar och humana atleter och bottnar i fysiologiska förändringar på grund av alltför hård och intensiv träning. Överträning är ett tillstånd som kan ta månader för hästen att återhämta sig från, vilket gör det viktigt att försöka undvika (Bruin et al., 1994).

Syftet med den här studien är att titta närmare på mätbara fysiologiska variabler, framför allt endokrinologiska som undersökts i samband med träning, kronisk stress och överträning hos häst. Hur klarar hästen av stress under träning och kan överträning undvikas genom att hitta sätt att förutsäga den?

## MATERIAL OCH METODER

För att få fram artiklar användes databaserna Web of Knowledge, Pub Med och Scopus. Sökorden var horse\*, equine\*, mare\*, stallion\*, gelding\* och racinghorse\*, det vill säga olika varianter av ordet häst tillsammans med olika kombinationer av stress, physiological stress, training, overtraining eller poor performance. Även relevanta referenser från artiklar som hittades via sökningar ovan har använts. Någon refererad artikel hittades genom att ”googla” på namnet och på så vis få fram fulltext via sökmotorn.

## LITTERATURÖVERSIKT

### Fysiologisk stress - kroppens svar

De allra flesta organ i kroppen står under inflytande av både det parasympatiska och det sympatiska nervsystemet, men ofta överväger det ena eller det andra och ofta har de effekter som motverkar varandra då de aktiveras. Under normala förhållanden sänder det autonoma nervsystemet ut en grundton, som både kan öka och minska i styrka. Vid en stressituation ökar kortisolsekretionen och aktiviteten av det sympatiska nervsystemet ökar. Det här leder till att hjärtat slår snabbare och ökar sin kontraktilitet, blodtryck, fettnedbrytning, glykogennedbrytningen och glukoneogenesen ökar, det sker en vasokonstriktion av blodkärlen i huden och i GI, medan kärlen i skelettmuskulaturen dilaterar för att kunna förse musklerna med mer syre. Det exakta svaret beror på mängden adrenalin och noradrenalin som frisätts, samt vilken typ av receptorer som finns i respektive organ (Sjaastad et al., 2003).

För ett djur kan kroppens svar på stress i akuta fall vara frågan om liv eller död, medan kronisk stress istället kan ge skadliga effekter på kroppen (Sjaastad et al., 2003). Det finns en mängd definitioner på stress. Sjaastad et al. (2003) definierar stress som en faktor som ändrar eller hotar att ändra kroppens inre miljö. Det sker genom en ökad kortisolfrisättning från binjuren via hypothalamus och hypofysen, en ökad sekretion av katekolaminer (adrenalin och noradrenalin), ökade blodglukosnivåer, samt ökade halter av andra hormoner så som prolaktin och tyroideahormon.

En annan definition på stress är varje situation som orsakar förändringar på hypothalamus-hypofys-binjure axeln (hypothalamus-pituitary-adrenal axis (HPA axeln)). En ökad utsöndring från HPA resulterar i ökade halter av plasmakortikosteroidnivåer, som kan mätas för att få en uppfattning om stressvaret för olika situationer (Alexander & Irvine., 1998a).

## **Metoder att mäta stress hos hästar**

### ***Kortisol***

Kortisol är en glukokortikoid som frisätts från binjurebarken som ett svar på stress eller träning. Från hypothalamus frisätts kortikotropin- frisättande hormon (CRH eller ACTH-RH) som i sin tur stimulerar hypofysen att frisätta adrenokortikotropin (ACTH). Kortisol ökar tillgången på substrat som kan användas som energi vid träning genom att det ökar glukoneogenesen och andelen fria fettsyror, aminosyror och proteiner, samtidigt som det sparar glukos specifikt för hjärnans behov. Kortisol deltar även i vävnadsreparation och enzymsyntes, det verkar antiinflammatoriskt samt dämpar immunsvaret (Sjaastad et al., 2003).

### ***Variation av kortisol – dygnsrytm?***

Diskussionen om kortisol har en variation över dygnet hos hästar ses i många endokrinologiska studier, till exempel Irvine och Alexander (1994) och Strzelec et al. (2011).

Irvine och Alexander (1994) slog fast att det finns en dygnsrytm, som dock lätt kan störas av mycket små förändringar i hästens normala miljö. Hästar som gick på lösdrift och sedan stallades upp visade inte längre någon dygnsvariation efter uppstallning. Dygnsvariationen upphörde också för hästar som förflyttades till en okänd miljö och för hästar som hölls på stall samtidigt som de tränades. Dessa hästar visade en förhöjd basalnivå av kortisol, men ingen ökning av det maximala värdet. De högsta värdena uppmättes under morgonen mellan 06.00-09.00 och de lägsta under kvällen mellan 18.00- 21.00.

I en studie av Strzelec et al. (2011) kunde inte några dygnsvariationer av kortisol ses. En jämförelse mellan olika träningsformer gjordes, här sågs dock en förhöjd kvälls- och morgonhalt av kortisol hos de hästar som deltog i någon form av träning (utan att hästarna visade tecken på någon form av stress i övrigt).

Fluktuationsfrekvensen för kortisol, både för hästar i träning och för hästar i en kontrollgrupp var enligt Alexander och Irvine (1998b) hög över korta tidsperioder och varierade kraftigt

över ett dygn. Kompensering av en tids förhöjda kortisolhalter sågs ofta senare som ”morgonen efter effekt”, då halten var lägre än normalt.

#### *Variation av kortisolnivåer under träning?*

Det finns ingen skillnad mellan fysiologiskt inducerad stress och farmakologiskt inducerad stress i de svar som fås i kortisolhalt, menar Linden et al. (1990). Højningen de såg i plasmakortisol efter träning kunde också fås genom en injektion av ACTH. Højningen efter en farmakologisk injektion sågs vara signifikant större, vilket tyder på att träning inte inducerade en maximal aktivering av binjurebarken i alla lägen.

Marc et al. (2000) såg att kortisol ökade med både träningens längd och intensitet (vilken lutning på bandet som användes). I andra studier, Jimenez et al. (1998) och Nagata et al. (1999), sågs dock inte samma resultat gällande intensitet. Mellan kortisol och träning fanns ett samband då halten kortisol sågs stiga, men träningsintensiteten påverkade inte signifikant halten kortisol. I samma studier fanns heller ingen relation mellan kortisol och laktathalt, mellan kortisol och adrenalin, eller mellan kortisol och noradrenalin.

Liknande resultat gällande kortisolhalt sågs av Kurosawa et al. (1998) som visade en ökning av kortisol vid uthållighetsträning, men svaret följde inte ökande intensiteten på samma sätt som ACTH eller katekolaminer gjorde. Ökningen av kortisol var bara 1,8 gånger jämfört med kortisolhalten före träning, adrenalin och noradrenalin däremot ökade 300 respektive 150 gånger jämfört med värdena innan träning.

Marc et al. (2000) visade skillnader i kortisol svar mellan tränade och otränade hästar – de hästar som tränades hade ett lägre svar jämfört med de som inte tränats (både vid test på löpband och vid ridning). Samma svar sågs vid en ACTH injektion, med sänkt kortisolhalt hos de tränade hästarna jämfört med de hästar som inte tränats. Vikten av tillräcklig intensitet visades i studien genom att skillnad mellan otränade och tränade hästar sågs först när lutningen på bandet var något högre. Halten kortisol ökade dock alltid vid träning.

I en studie av Golland et al. (1996) sågs överhuvudtaget ingen skillnad mellan otränade och tränade hästar gällande kortisolhalt. En lägre halt sågs endast hos de hästar som var övertränade

Ökade plasmakortisolnivåer vid träning visade inte något samband med ACTH (som normalt frisätter kortisol) vid träning i en studie av Nagata et al. (1999). Istället föreslogs kortisolsvaret bero på längden av träningen i likhet med flera ovanstående beskrivna försök.

#### *Kortisol och ålder*

Kortisolsvaret vid träning hos hästar visade sig minska med stigande ålder (Malinowski et al., 2006). I en jämförelse mellan unga, medelålders och äldre hästar sågs hos de äldre inget ökat kortisol svar i samband med träning varken före en träningsperiod eller efter en träningsperiod. Däremot sågs en ökning i kortisolhalt hos yngre och medelålders hästar både före och efter träningsperioden.



### *Cortikosteroid binding globulin (CBG)*

Kortisol finns inte bara fritt cirkulerande i blodet, det är ofta bundet till ett specifikt protein kallat cortikosteroid binding globulin (CBG), vilket gör att halveringstiden förlängs. Fritt cortisol kan obehindrat passera biologiska membran och därmed ha effekt på målorgan (Sjaastad et al., 2003).

Alexander och Irvine, (1998a) visade att bindningen till CBG varierar: en minskad bindning av cortisol till CBG och en ökning av fritt cortisol visades på hästar utsatta för kronisk social stress. Direkt i samband med stress höjdes den totala kortisolnivån som väntat. Morgonen efter (20 timmar efter att försöket startade) var den totala plasmakoncentrationen tillbaka vid basalnivån, medan CBG bindningen var lägre och halten fritt cortisol högre. Detta kan vara intressant vid mätningar av kortisolhalt, då det inte alltid verkar vara den totala halten som speglar halten fritt, verksamt cortisol.

### *Kortisolkoncentration i saliv*

En metod som nyligen har börjat undersökas för att kunna mäta kortisolnivåerna hos hästar på ett mindre invasivt sätt är provtagning av saliv. Kortisol finns inte bara i blodplasma, utan även andra vätskor är möjliga att provta så som saliv, urin och avföring. I saliv mäts halten fritt cortisol, halten i saliv motsvarar halten i plasma inom fem minuter. För att utföra provet behövs ingen speciell utrustning och provet kan förvaras i rumstemperatur i upp till sju dagar innan analys, vilket underlättar provtagning i samband med tävling. (Strzelec et al., 2011)

Mätningar av kortisolhalter i saliv visade att längden och intensiteten av träningen i fråga gav ökade kortisolnivåer (Strzelec et al., 2011). De hästar som deltog i tre dagars fälttävlan hade de högsta nivåerna av cortisol jämfört med de som deltog i dressyr, hoppning, tränades lätt eller ingick i en kontrollgrupp. Hopphästar visade på en större variation i mätresultat: den relativt korta träningen som hoppningen innebar, trots hög intensitet, hann troligen inte ge motsvarande kortisol svar. En större individvariation i denna grupp troddes också kunna påverka.

### ***Adrencorticotropin - ACTH***

Frisättning av ACTH från hypofysen stimuleras av corticotropin-frisättande hormon (CRH eller ACTH-RH) från hypothalamus. ACTH ökar produktionen av glukokortikoider från binjuren (Sjaastad et al., 2003).

### *Variation av ACTH under träning*

I en studie av Kurosawa et al. (1998) ökade halten ACTH vid träningen. Ett maximum sågs vid utmattning då träningen avslutades eller kort därefter (femton minuter efter avslutad träning). ACTH ökningen följdes av maximal kortisolnivå något senare. Andra studier har fått liknande resultat gällande tidpunkt för maximal halt ACTH i plasma. Marc et al. (2000) uppmätte den maximala halten vid slutet av träning, Nagata et al. (1999) uppmätte den något senare: 5-10 min efter avslutad träning.

Att den maximala kortisolhalten inte alltid motsvarar ACTH ökningen skulle enligt Kurosawa et al. (1998) kunna förklaras av att det inte alltid är möjligt för binjuren att producera ett svar på allt ACTH. En annan möjlig förklaring skulle kunna vara att vid träning produceras en substans som liknar ACTH, men som har sämre förmåga till bioaktivering av kortisol från binjurebarken.

Marc et al. (2000) visade att halten ACTH i plasma steg med ökande intensitet och längd, med ett maximum för ACTH vid trav under längre tid, men någon skillnad mellan tränade och otränade hästar kunde inte ses. ACTH speglade därmed inte träningsstatus hos hästarna. I en annan studie (Kurosawa et al., 1998) var halten ACTH korrelerad med hastigheten på löpbandet och laktathalten i plasma, samt puls (HR) och syreupptagningsförmåga ( $VO_2$ ).

ACTH sätts även ofta i samband med adrenalin och nordrenalin. Den maximala halten adrenalin och noradrenalin uppmättes direkt vid utmattning och avslutande av träning (Nagata et al., 1999). För laktathalten var maximumet detsamma som för ACTH i studien, alltså något fördröjt, vilket kan tyda på ett närmare samband mellan ACTH och laktat, än mellan ACTH och adrenalin och noradrenalin.

### ***Adrenalin och nordarenalin (katekolaminer)***

Katekolaminer produceras i binjuremärgen och frisätts genom det sympatiska nervsystemet vid stress. Adrenalin produceras endast i binjuren, medan noradrenalin kommer från både binjuren och postganglionära neuron (Sjaastad et al., 2003). Den snabba halveringstiden i plasma, som har visats vara mindre än 30 sekunder under återhämtning, gör att tidpunkten är viktig vid mätning av halten katekolaminer (Snow et al., 1990).

### ***Katekolaminer - syreupptagningsförmåga och laktat***

I samband med träning har adrenalin och noradrenalin flera olika effekter. Bland annat ökar de glykogenolysen, där glykogen bryts ner till glukos. Det här leder till att laktat bildas. Mjölksyra (laktat) bildas under anaeroba förhållanden, muskeln bryter ner glykogen för att kunna använda det som energi, men när syretillförseln blir otillräcklig kommer pyrodruvsyra att ansamlas och mjölksyra bildas i muskeln (Sjaastad et al., 2003).

En korrelation mellan katekolaminer och laktat observerades av Jimenez et al. (1997), både adrenalin och noradrenalin ökade exponentiellt med ökad laktatkoncentration. Sambandet bekräftades genom att laktatproduktionen förändrades på olika sätt. Träningsintensiteten ändrades och låga halter av glykogen eller anemi skapades (mer laktat bildades), dessa laktatförändringar visade motsvarande ökningar i plasmakoncentration av katekolaminer (Jimenez et al., 1997).

Signifikanta samband har hittats mellan syreupptagningsförmåga (längd och intensitet på träningen) och adrenalin- och noradrenalinhalt i plasma (Jimenez et al., 1998; Kurosawa, et al., 1998). Både adrenalin och nordarenalin ökade exponentiellt i koncentration till ökande

syreupptagningsförmåga ( $VO_2$ ) då man jämförde värden före, under och precis efter träning. Den maximala halten katekolaminer uppnåddes då maximal uttröttnings uppstod.

Vid 80 eller 90 % av  $VO_2$  max såg Snow et al. (1992) en markerad ökning av katekolaminer. Detta sammanfaller med tröskeln för anaerob träning.

#### *Förhållande mellan adrenalin och noradrenalin i samband med träning*

Adrenalin och noradrenalin var inte signifikant korrelerade i förhållande till varandra under träning. Adrenalinhalten ökade mer med ökande träningsintensitet än vad noradrenalin gjorde (Jimenez et al., 1998; Kurosawa, et al., 1998).

Snow et al. (1992) hade motsägande resultat gällande förhållandet mellan adrenalin och noradrenalin. Då träningen intensifierades från ett träningstillfälle till ett annat (hastigheten ökades något från gång till gång) sågs noradrenalinhalten i plasma till en början öka mer än adrenalinhalten. Då istället en multipel ökning av hastigheten utfördes (stegrande hastigheter vid samma tillfälle) ökade halten adrenalin mer än halten noradrenalin. I båda fallen var adrenalin och noradrenalin nära korrelerade.

#### **B-endorfiner**

En ökad träningsintensitet ger en ökad utsöndring av  $\beta$ -endorfiner från hypofysen.  $\beta$ -endorfiner förändrar smärtöverföring, andning, neuronaktivitet, hypofysfrisättning av hormoner och sinnesstämning. På detta sätt kan hästen tolerera den ökade träningsmängden för att nå träningsresultat (Malinowski et al., 2006). Största ökningen sågs under början av ett träningspass för att sedan minska (McCarthy et al., 1991).

Nivån  $\beta$ -endorfiner höjdes i samband med träning i en studie av Malinowski et al. (2006). Ett maximum sågs fem minuter efter avslutad träning, värdet återvände till vilokoncentration efter 20 minuter. Halten sågs också öka efter en träningsperiod, högre halter uppmättes efter perioden än före.

#### **Vad sker vid träning?**

Träning är en typ av stress för alla individer, djur som människor och är ett bra exempel på ”normal stress”. Vad svaret blir beror på hur väl förberett djuret är och på längd och intensitet av träningen i fråga (Nogueira et al., 1997).

För att utvärdera individens träningsstatus kan man titta på kortisol, adrenalin och noradrenalin som stiger i samband med träning (Jimenez et al., 1998). Stiger gör också ACTH tillsammans med laktat, puls (HR) och syreupptagningsförmågan ( $VO_2$ ). Dessa är viktiga indikatorer för att utvärdera träningsstatus gällande stress och fysisk status (Kurosawa et al., 1998; Marc et al., 2000).

En ökning av ACTH och kortisol har observerats redan innan träning eller tävling (Alexander et al., 1991). Hästarna förväntade sig vad som skulle ske (baserat på tidigare erfarenheter) och ett stressvar sattes igång.

Återhämtningstiden till samma nivåer som före träning av ACTH, adrenalin, noradrenalin och kortisol varierar med typ av träning (Nagata et al., 1999). Ju längre durationen på träningen var, desto längre tid tog återhämtningen. Adrenalin återhämtade sig snabbare, medan noradrenalin tog längre tid på sig. Detta kan ha berott på att en konstant hög träningsnivå under en lång tid gav en låg stimulering av det autonoma nervsystemet även lång tid efter träning (Nagata et al., 1999).

Äldre hästar visade ett lägre  $VO_2$  max, de kom upp i lägre hastigheter, hade lägre maxpuls och lägre hastighet vid maxpuls. De förbättrade dock alla dessa parametrar, liksom yngre och medelåldershästar, efter en tids träning (Malinowski et al., 2006).

## **Kronisk stress**

Stresshormonernas uppgift är att återföra homeostasen i kroppen. När stressen kvarstår blir den kronisk, kroppen hinner inte återhämta sig och stressen blir skadlig för individen. Olika fysiologiska parametrar tar olika lång tid på sig att sättas igång, verka och återhämta sig (Hyypä et al., 2004).

Kortisol har övervägande positiva effekter när det verkar under kortare tid, men kan under långa perioder med höga värden istället bli negativt för hästen (Alexander et al., 1991). Kortisol dämpar inflammation, vilket sker genom hämrat immunförsvar. Ett hämrat immunförsvar riskerar dock i längden att ge sjukdom. Även blodglukos höjs vilket sker genom ökad nedbrytningen av proteiner, vilket kan orsaka muskelnedbrytning.

## **Överträning**

Hästar idag utsätts för intensiv träning, måste åka transport och deltar i uttröttande tävlingar. Detta ger både akut och kronisk stress, med fara för överträning, det så kallade överträningssyndromet (Linden et al., 1990).

Syndromet uppstår vid obalans mellan träning och återhämtning. Återhämtningen är ofullständig och tidig trötthet ses (Bruin et al., 1994). Begreppet delas upp i korttidsöverträning eller ”overreaching” och överträning eller ”staleness”. Korttidsöverträning är snabbt övergående, det räcker med en till två dagar utan träning. Överträning håller i sig längre, det kan ta allt från flera veckor till månader tills återhämtning skett och hästen visar också mer uttalade tecken på att vara övertränad (Bruin et al., 1994).

### *Symtom på överträning*

Tidig trötthet vid träning eller tävling och nedsatt prestation är typiska tecken på överträning. Detta följs av en minskning i kroppsvikt (Hamlin et al., 2002). Andra tecken på överträning är

apati, ökad lättretlighet, ökad mottaglighet för sjukdomar (bland annat infektion i övre luftvägarna) och en ökad skaderisk (Alexander & Irvine., 1998b).

### Kortisol

Fysiologiskt mätbara tecken som kan indikera överträning har undersökts av bland annat Hamlin et al. (2002) och Golland et al. (1999). De såg en minskning i kortisolhalt då överträning i form av nedsatt prestation (ökning i tid att slutföra ett lopp samt minskad maximal hastighet) och tidigare inträdande uttröttnings observerades. Den basala nivån för kortisol minskade inte, men det gjorde medelkoncentrationen kortisol efter träning och den fortsatte vara nedsatt även efter en återhämningsperiod.

I motsats till dessa fynd rapporterade Bruin et al. (1994) att de inte såg någon sänkt kortisolhalt i samband med överträning. Som tecken på överträningen sågs bara en tidigare inträdande uttröttnings hos hästarna i försöket, ingen minskning i prestation, vilket kan vara värt att notera.

I en studie (Nogueira & Barnabe., 1997) som gjordes på tre olika grupper, den första med ett- och tvååringar som började sin träning, den andra med två- och treåringar i full träning, samt den tredje med tre- och fyraåringar som både tränades och tävlades sågs ett minskat kortisol svar med ökande ålder. Detta föreslogs bero på den kroniska stress som hästarna utsattes för.

### Laktat

Bruin et al. (1994) kunde inte se några förändringar gällande muskellaktat hos övertränade hästar. Laktathalten ökade i samband med uthållighetsträning, men hölls på samma nivå vid överträning som innan. Hamlin et al. (2002) däremot visade stigande blodlaktathalt vid överträning. Det kan ha att göra med en ökad aktivering av typ IIB fibrer (som är snabba och anaeroba) vilket leder till mer anaerob aktivitet och laktatproduktion.

### ACTH

Binjurens svar på ACTH vid överträning sågs öka i en studie av Bruin et al. (1994), vilket motsäger tidigare resultat av bland annat av Persson et al. (1980) som såg ett minskat svar på ACTH efter överträning. Bruin et al. (1994) utesluter dock inte att binjurens svar istället kan vara nedsatt, vilket skulle överensstämma bättre med kortisolsvaret som fås.

### B-endorfiner

B-endorfiner ökade i samband med ökande träning, men ingen förändring (varken höjning eller sänkning) sågs i samband med överträning (Golland et al., 1999).

## DISKUSSION

### Kortisol

Kortisol verkar variera kraftigt i koncentration, varför det är svårt att hitta några absoluta värden som kan anses gälla mellan individer. Frågan om dygnsvariation har undersökts i flera studier, i denna litteraturstudie av Irvine och Alexander (1994) och Strezelec et al. (2011).

Utifrån de resultat som Irvine och Alexander (1994) har fått fram där de visade på en dygnsrytm hos helt stressfria hästar är det ändå troligt att en sådan finns.

Hur kortisol fungerar blir inte lättare att förstå sig på när inte heller katekolaminer eller laktat verkar ha några direkt samband med halten kortisol (Jimenez et al., 1998; Nagata et al., 1999), vilket skulle kunna tänkas då både kortisol, katekolaminer och laktat visat sig vara bra parametrar för att utvärdera individens träningsstatus (Jimenez et al., 1998; Kurosawa et al., 1998; Marc et al., 2000). Kortisol verkar följa en egen väg. Är det möjligt, som Strezelec et al. (2011) föreslår, att enkelt mäta halten kortisol via ett salivprov, så öppnas nya möjligheter för kortiselmätningar i samband med träning. Ett större försök där kortisolhalt i saliven vid träning studeras skulle vara intressant att följa.

Studien av Alexander och Irvine (1998a) om CBG är något som bör beaktas vid forskning i ämnet, eftersom en ökad mängd fritt kortisol starkt kan påverka resultatet vid en studie. Lika så resultaten av Malinowski et al. (2006) där åldrande hästar inte visade någon kortisolvariation.

Om resultaten av Hamlin et al. (2002) och Golland et al. (1999) som visade på en sänkning av kortisolhalt i övertränade hästar kopplas samman med resultaten av Malinowski et al. (2006) som visade på ett minskat kortisol svar hos äldre hästar, ses en trend för kortisol som minskar med överträning och stigande ålder. Dock finns resultat som pekar i motsatt riktning till dessa resultat, varför säkra slutsatser inte går att dra. Durationen av träningen är något som har visats öka kortisolhalten (Jimenez et al., 1998; Nagata et al., 1999). En individuellt uppmätt kortisolkurva skulle därför kunna vara något att använda för att kontrollera status under och efter träningspass för att jämföra tidigare träningar och eventuell risk för överträning.

## **ACTH**

Halten ACTH har i motsatts till kortisol samband med hastighet på löpband, laktathalt i plasma, puls (HR) och syreupptagningsförmåga ( $VO_2$ ) enligt Kurosawa et al. (1998). Halten ACTH sätts också i samband med adrenalin och nordrenalin (Nagata et al., 1999). Dessa parametrar kan därför anses intressanta att dokumentera vid träning. Varför kortisol, men inte ACTH speglade träningsstatus mellan tränade och otränade hästar (Marc et al., 2000) är oklart. ACTH ska normalt frisätta kortisol, så en skillnad i ACTH produktion bör ses, men har inte visats. Någon förklaring föreslås heller inte i studien.

Att det inte alltid är möjligt för binjuren att producera ett svar på allt ACTH, som Kurosawa et al. (1998) föreslog kan vara en trolig förklaring till varför kortisolsvaret inte alltid motsvarar ACTH koncentrationen. Detta kan även förklaras av att det vid träning produceras en substans som liknar ACTH, men som har sämre förmåga till bioaktivering av kortisol från binjurebarken och därför inte ger det förväntade kortisolsvaret. Detta bör undersökas närmare för att kunna ge ett svar på frågan.

## **Adrenalin och noradrenalin (katekolaminer)**

Hästar har en förmåga att våldsamt öka halten katekolaminer vid träning (Kurosawa et al., 1998) vilket troligen är viktigt för deras goda förmåga att prestera fysiskt. Halten katekolaminer stiger med träning och enligt Snow et al. (1992) sker en markant ökning vid tröskeln för anaerob träning. Hur laktat och katekolaminer hör samman är därför intressant och har undersökts av Jimenez et al. (1997), där laktat och katekolaminer ökade exponentiellt på samma vis. Är det bildandet av laktat som ytterligare ökar på bildandet av katekolaminer? Och skulle det då genom att påverka halten katekolaminer gå att minska bildningen av laktat och då få en högre mjölksyratröskel?

Adrenalin ökar mer än noradrenalin vid träning (Jimenez et al., 1998; Kurosawa et al., 1998), vilket kan ha att göra med att de frisätts lite olika: adrenalin bara från binjuren och noradrenalin från binjuren och från postganglionära neuron (Sjaastad et al., 2003). Frisättningen från binjuren borde då vara större för adrenalin. Studien från Snow et al. (1992) motsade dock till viss del dessa resultat: i ett försök sågs noradrenalin öka mer än adrenalin, men i ett annat ökade adrenalin mer varför det också känns mer troligt att så faktiskt är fallet (med stöd från både Jimenez et al. (1998) och Kurosawa et al. (1998)). En förklaring enligt ovan är då möjlig.

## **Träning**

Att återhämtningstiden för ACTH, katekolaminer och kortisol har visats variera med längden på träningen (Nagata et al., 1999) känns logiskt. Längre träningstid ger också en påverkan under längre tid, vilket bör kräva en längre återhämtningstid. Också det faktum att förhöjda nivåer av ACTH och kortisol har visats innan tävling (Alexander et al., 1991) är något de flesta kan relatera till genom känslan av nervositet inför en stor prestation.

## **Överträning**

Exakt hur överträning ska diagnostiseras verkar inte vara helt klart definierat, varför det också varierar mellan de olika studier jag tittat på i detta arbete (Hamlin et al., 2002; Golland et al., 1999; Bruin et al., 1994). I studien av Bruin et al. (1994) visade hästarna ingen minskning i fysisk prestation, bara en tidigare inträdande trötthet, varför det kan ifrågasättas om hästarna verkligen var övertränade och försöket anses riktigt. Både Hamlin et al. (2002) och Golland et al. (1999) visade på både tidigare inträdande trötthet samt nedsatt fysisk prestation, båda studierna såg ett minskat kortisol svar vid överträning. Studien av Perssons et al. (1980) som visade på ett minskat svar på ACTH vid överträning skulle kunna vara en förklaring till det minskade kortisolsvaret som sågs. Hos Bruin et al. (1994) sågs inte någon skillnad i kortisolhalt efter tidigare inträdande trötthet än innan. De såg även ett ökat ACTH svar vid överträning. Mer forskning krävs för att reda upp frågan samt för att ge en exakt definition på när överträning inträder.

Litteraturstudien pekar på en minskning av kortisol och eventuellt ökad laktathalt och minskat ACTH-svar som parametrar att titta på vid överträning, men de behöver undersökas närmare.

Hamlin et al. (2002) visade att laktathalten ökade hos övertränade hästar vilket är intressant att titta närmare på, det skulle till viss del kunna vara en förklaring till den nedsatta prestation som ses.

B-endorfiner valde jag att ta med trots att det egentligen inte har med just nedsatt prestationsförmåga att göra, men för att det är en parameter som kan tänkas bidra till tecken som apati och ökad lättretlighet som ses vid överträning (Alexander & Irvine., 1998b). Dock visades inga sänkta nivåer vid inträdande överträning (Golland et al., 1999).

### **Vidare reflektioner**

Alla parametrar som tagits upp i litteraturöversikten (kortisol, ACTH, katekolaminer och  $\beta$ -endorfiner) har visat sig intressanta att titta på ur ett träningsperspektiv. Hur dessa halter varierar under ett specifikt träningspass, hur halterna varierar över en längre tidsperiod och hur värdena kan kopplas samman med varandra och med andra träningsrelaterade parametrar (så som syreupptagningsförmåga, laktat och puls) är viktiga för att kunna skapa en bild för varje individ att jobba efter.

Problemet inom området är svårigheterna att fastställa standardiserade, mätbara variabler. Det finns otroligt mycket som spelar in i det fysiologiska svaret i samband med träning, varför många studier, trots i stort sett liknande försök kan ha kommit fram till helt motsägande resultat. Ålder, ras, individskillnad, olika miljö med uppställning, rutiner, foder med mera påverkar hästarna.

För att komma fram till säkra resultat skulle en stor försöksgrupp vara optimal, detta är dock ofta inte fallet i denna litteraturstudie. Antalet deltagande hästar varierar kraftigt, men är ofta förvånande litet och det ökar osäkerheten i resultaten.

Mer forskning behövs inom ämnet och mycket återstår innan man har hittat den optimala träningen för att kunna uppnå maximal prestation.



## REFERENSLISTA

- Alexander, S. & Irvine, C. (1998a). The effect of social stress on adrenal axis activity in horses: the importance of monitoring corticosteroid-binding globulin capacity. *Journal of Endocrinology*, 157, 425-432.
- Alexander, S. & Irvine, C. H. G. (1998b). Stress in the racing horse: Coping vs not coping. *Journal of Equine Science*, 9, 77-81.
- Alexander, S. L., Irvine, C. H. G., Ellis, M. J. & Donald, R. A. (1991). The effect of acute exercise on the secretion of corticotropin-releasing factor, arginine vasopressin, and adrenocorticotropin as measured in pituitary venous-blood from the horse. *Endocrinology*, 128, 65-72.
- Bruin, G., Kuipers, H., Keizer, H. A. & Vandervusse, G. J. (1994). Adaptation and Overtraining in Horses Subjected to Increasing Training Loads. *Journal of Applied Physiology*, 76, 1908-1913.
- Golland, L. C., Evans, D. L., Stone, G. M., Tyler-McGowan, C. M., Hodgson, D. R. & Rose, R. J. (1999). Plasma cortisol and  $\beta$ -endorphin concentrations in trained and over-trained standardbred racehorses. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 439, 11-17.
- Hamlin, M. J., Shearman, J. P. & Hopkins, W. G. (2002). Changes in physiological parameters in overtrained Standardbred racehorses. *Equine Veterinary Journal*, 34, 383-388.
- Hyypä, S. (2005). Endocrinal responses in exercising horses. *Livestock Production Science*, 92, 113-121.
- Irvine, C. H. G. & Alexander, S. L. (1994). Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Domestic Animal Endocrinology*, 11, 227-238.
- Jimenez, M., Hinchcliff, K. W. & Farris, J. W. (1998). Catecholamine and cortisol responses of horses to incremental exertion. *Veterinary Research Communications*, 22, 107-118.
- Linden, A., Art, T., Amory, H., Desmecht, D. & Lekeux, P. (1990). Comparison of the adrenocortical-response to both pharmacological and physiological stresses in the sport horses. *Journal of Veterinary Medicine Series a-Zentralblatt Fur Veterinarmedizin Reihe a-Physiology Pathology Clinical Medicine*, 37, 601-604.
- Malinowski, K., Shock, E. J., Rochelle, P., Kearns, C. F., Guirnalda, P. D. & McKeever, K. H. (2006). Plasma beta-endorphin, cortisol and immune responses to acute exercise are altered by age and exercise training in horses. *Equine veterinary journal. Supplement*, 267-273.
- Marc, M., Parvizi, N., Ellendorff, F., Kallweit, E. & Elsaesser, F. (2000). Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. *Journal of Animal Science*, 78, 1936-1946.

- McCarthy, R. N., Jeffcott, L. B., Funder, J. W., Fullerton, M. & Clarke, I. J. (1991). - Plasma beta-endorphin and adrenocorticotrophin in young horses in training. - 68, - 361.
- Nagata, S., Takeda, F., Kurosawa, M., Mima, K., Hiraga, A., Kai, M. & Taya, K. (1999). Plasma adrenocorticotropin, cortisol and catecholamines response to various exercises. *Equine veterinary journal. Supplement*, 30, 570-574.
- Nogueira, G. P. & Barnabe, R. C. (1997). Is the Thoroughbred race-horse under chronic stress? *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 30, 1237-1239.
- Persson, S. G. B., Larsson, M. & Lindholm, A. (1980). Effects of Training on Adreno-cortical Function and Red-cell volume in Trotters1. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A*, 27, 261-268.
- Sjaastad, Ø.V., Hove, K. & Sand, O. (2003). *Physiology of Domestic Animals*. 1. uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Snow, D. H., Harris, R. C., MacDonald, I. A., Forster, C. D. & Marlin, D. J. (1992). Effects of high-intensity exercise on plasma-catecholamines in the thoroughbred horse. *Equine Veterinary Journal*, 24, 462-467.
- Strzelec, K., Kankofer, M. & Pietrzak, S. (2011). Cortisol concentration in the saliva of horses subjected to different kinds of exercise. *Acta Veterinaria Brno*, 80, 101-105.